

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.I(a) OR (b)

20 DEC 2004  
REC'D 11 JAN 2005  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

<b>Aktenzeichen:</b>	103 56 089.0
<b>Anmeldetag:</b>	01. Dezember 2003
<b>Anmelder/Inhaber:</b>	Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE
<b>Bezeichnung:</b>	Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers
<b>IPC:</b>	H 02 H; H 01 H, F 02 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 14. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag

Faust

## Beschreibung

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers

5

Die Erfindung betrifft einen Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere eine Schutzschaltung, die das Einschalten eines Aktors im Fehlerfall verhindert.

10

Elektrische Verbraucher und Stellglieder werden durch elektronische Steuergeräte ein- und ausgeschaltet. In der Automobiltechnik werden elektrische Verbraucher, wie beispielsweise die Erregerspule eines Kraftstofffeinspritzventils oder eines Anlassermotors üblicherweise durch ein Schaltelement betätigt, das in Reihe mit dem Verbraucher geschaltet ist. Dieses Schaltelement ist häufig Teil eines Steuergerätes, das eingangsseitig mit den beiden Polen einer Versorgungsspannungsquelle verbunden ist. Häufig wird nur ein Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Steuergerät dem Verbraucher zugeführt. Das zweite Potenzial wird in der Automobiltechnik üblicherweise über die Karosserie, die auf Massepotenzial liegt, dem Verbraucher zugeführt.

15

Bei einer Unterbrechung der Masseleitung, die vom negativen Anschluss der Versorgungsspannungsquelle zum Steuergerät führt, kann es bei bestimmten Verbrauchern nicht ausgeschlossen werden, dass der Verbraucher auch ungewollt mit Energie versorgt wird.

20

Speziell bei induktiven Verbrauchern, die die in ihnen gespeicherte Energie nach dem Abschalten über einen Freilaufkreis abbauen müssen, kann es bei einer Masseunterbrechung zu ungewollten Energieversorgung des Verbrauchers kommen.

25

Hierbei können zwei Fälle unterschieden werden, zum einen wird bei eingeschaltetem Schaltelement der Verbraucher auch

weiterhin durch einen vom positiven Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Schaltelement und den Verbraucher zum externen Masseanschluss fließenden Strom mit Energie versorgt. Zum anderen wird bei ausgeschaltetem Schaltelement die interne Masse des Steuergeräts abhängig von der Beschaffenheit der Steuerelektronik und des elektrischen Verbrauchers in Richtung des positiven Potenzials der Versorgungsspannungsquelle "gezogen". Hierdurch kommt es zu einem Stromfluss vom Pluspol der Versorgungsspannungsquelle über den Freilaufkreis und den nach externer Masse. Problematisch hierbei ist die Gefahr, dass der elektrische Verbraucher aufgrund dieses Stromflusses ungewollt eingeschaltet werden kann. Für das Beispiel des Starterrelais kommt es in diesem Fall zu einem ungewollten Startvorgang, der aus sicherheitstechnischen Gründen unbedingt verhindert werden muss.

Eine bekannte Lösungsmöglichkeit dieses Problems ist es, einen solchen sicherheitskritischen Verbraucher mit einer zweiten Masseleitung zu versehen, so dass der Verbraucher direkt mit der Masse des Steuergeräts elektrisch verbunden ist. Dies erweist sich jedoch bei mehreren Verbrauchern als aufwendig und sehr kostenintensiv.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers zu schaffen, die auch im Fehlerfall ein Einschalten des induktiven Verbrauchers verhindert.

Die Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

Die Schaltungsanordnung weist einen ersten und einen zweiten Eingang sowie einen Ausgang auf. Der erste Eingang ist mit einem ersten Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle und der zweite Eingang mit einem zweiten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle elektrisch verbunden. Der Verbraucher

75 ist einerseits mit dem Ausgang und andererseits mit dem zweiten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle verbunden.

Im hier vorliegenden Fall besteht somit keine direkte Verbindung zwischen dem der Schaltungsanordnung zugeführten zweiten  
80 Potenzial und dem Verbraucher. Die Schaltungsanordnung weist weiter einen ersten durch ein Signal steuerbaren Schalter zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers auf, der einerseits mit dem ersten Eingang und andererseits mit dem Ausgang der Schaltungsanordnung verbunden ist. Bei eingeschaltetem Schalter fließt im Normalbetrieb ein Strom vom ersten Potenzial  
85 der Versorgungsspannungsquelle über den steuerbaren Schalter und den Verbraucher zum zweiten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle.

90 Weiter weist die Schaltungsanordnung einen Freilaufkreis auf, der einerseits mit dem zweiten Eingang und andererseits mit dem Ausgang der Schaltungsanordnung verbunden ist und einen zweiten Schalter aufweist. Wird der Verbraucher durch Ausschalten des ersten Schalters abgeschaltet, so entlädt sich  
95 die im Verbraucher gespeicherte Energie über diesen Freilaufkreis. Hierzu ist der zweite Schalter geschlossen.

100 Eine Überwachungseinheit überwacht ein Potenzial im Freilaufkreis und öffnet oder schließt den zweiten Schalter in Abhängigkeit von diesem Potenzial. Der zweite Schalter wird hierbei vorzugsweise so angesteuert, dass der Freilaufkreis während der Ausschaltphase des Verbrauchers eingeschaltet ist und dann, wenn der Freilaufkreis nicht benötigt wird, ausgeschaltet ist.

105 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Vorzugsweise schaltet die Überwachungseinheit den zweiten  
110 Schalter beim Unterschreiten oder Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts aus oder ein. Auf diese Weise

wird erreicht, dass im Fehlerfall, d. h. bei einem Masseverlust der Schaltungsanordnung, der Verbraucher nicht versehentlich eingeschaltet wird.

115

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Überwachungseinheit ein Zeitverzögerungsglied auf, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts den zweiten Schalter nach einer vorbestimmten Zeitspanne ausschaltet. So wird sicher gestellt, dass die im induktiven Verbraucher gespeicherte Energie in dieser Zeitspanne über den Freilaufkreis entladen wird. Nach diesem Entladevorgang bleibt der Freilaufkreis vorzugsweise durch den geöffneten zweiten Schalter unterbrochen und ein Stromfluss über diesen Freilaufkreis zum Verbraucher hin wird verhindert.

25

Um im Fehlerfall ein Wiedereinschalten der Last durch Einschalten des ersten Schalters auszuschließen, weist die Schaltungsanordnung vorzugsweise eine Verknüpfungseinheit auf, die ein Einschalten des Verbrauchers nur dann möglich macht, wenn ein unbeabsichtigtes Einschalten bei einem Fehlerfall ausgeschlossen ist. Vorzugsweise dann, wenn der erste Schalter zunächst ein Ausschalt- und anschließend ein Einschaltsignal erhalten hat und/ oder die Überwachungseinheit den zweiten Schalter eingeschaltet hat.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Beschreibung und der Figuren eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

140

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,  
Figur 2 ein Ablaufdiagramm, das die Schritte eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens wiedergibt, und  
145 Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Zeitverzögerungsglieds und einer Verknüpfungseinheit.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers 5. Der Verbraucher 5 wird hier ersatzweise als Serienschaltung einer Induktivität L und eines Widerstands R beschrieben.

Die Schaltungsanordnung weist einen ersten Eingang 1 und einen zweiten Eingang 2 auf, die jeweils mit einem Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle, hier einem Akkumulator 6, elektrisch verbunden sind. Hier ist der erste Anschluss 1 mit dem positiven Pol + des Akkumulator 6 und der zweite Eingang 2 mit dem negativen Pol - des Akkumulator 6 elektrisch verbunden. Die im Steuergerät zwischen den Eingängen 1 und 2 angeordnete Elektronik wird hier als Ersatzwiderstand 7 wiedergegeben. Der Ersatzwiderstand 7 entspricht einer Parallelschaltung aller direkt oder indirekt vom Akkumulator 6 versorgten Bauelemente.

Die Schaltungsanordnung weist weiter einen ersten Schalter S1 auf, der einerseits mit dem ersten Eingang 1 und andererseits mit einem Ausgang 3 elektrisch verbunden ist. Der Verbraucher 5 ist einerseits mit dem Ausgang 3 und andererseits mit Masse GND<sub>2</sub> elektrisch verbunden.

Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel existiert keine direkte Verbindung zwischen der internen Masse der Schaltungsanordnung GND<sub>1</sub> und der Masse GND<sub>2</sub> des Verbrauchers 5. Im Bereich der Automobiltechnik wird als Masseverbindung üblicherweise die Karosserie des Kraftfahrzeugs verwendet.

Um nach dem Abschalten des Verbrauchers (wird hier durch das Öffnen des Schalters S1 erreicht) die in der Induktivität L gespeicherte Energie E abzubauen und somit ein Ausschalten des Verbrauchers 5 zu realisieren, ist zwischen dem zweiten Eingang 2 und dem Ausgang 3 ein Freilaufkreis FLK angeordnet. Dieser Freilaufkreis FLK weist hier eine Serienschaltung einer zweiten Schalters S2 und einer Diode D<sub>F</sub> auf. Ist der zweite Schalter S2 geschlossen, so fließt nach dem Ausschalten

ten des ersten Schalters S<sub>1</sub> für einen begrenzten Zeitraum t<sub>entlade</sub> ein Strom I vom Verbraucher 5 über die Diode D<sub>F</sub> und den Schalter S<sub>2</sub>.

- 190 Der Entladezeitraum t<sub>entlade</sub> ist abhängig von der in der Induktivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie E:

$$E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

- 195 Beim Laden der Induktivität L nimmt die Stromstärke I zunächst linear zu und nähert sich dem konstanten Endwert I<sub>0</sub> an:

$$I_0 = \frac{U_A}{R}$$

ein.

- 200 Die Entladezeit t<sub>entlade</sub> der Spule L lässt sich aus der Gleichung

$$I = I_0 \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$$

ableiten.

- 205 Der hier als sogenannter "Highside"-Schalter ausgeführte erste Schalter S<sub>1</sub> kann auch als "Lowside"-Schalter ausgeführt sein. Als Folge dessen ändern sich lediglich die Verbindung der Anschlüsse 1 und 2 mit den Polen des Akkumulators 6 und die Durchflussrichtung der Freilaufdiode D<sub>F</sub>. Der Verbraucher 5 wäre dann mit ihrem dem Ausgang 3 abgewandten Anschluss mit dem positiven Potenzial + des Akkumulators 6 elektrisch verbunden.

- 215 Der erste Schalter S<sub>1</sub> und der zweite Schalter S<sub>2</sub> sind als steuerbare elektrische Schalter, beispielsweise als Leistungs-MOS Feldeffekttransistoren (MOSFETS) oder als Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT's) ausgebildet. Die Steueranschlüsse dieser Schalter S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> werden von einer Steuerschaltung 8 angesteuert. Dabei ist der erste Schalter 220 S<sub>1</sub> über eine erste Steuerleitung UST1 und der zweite Schalter

S2 über eine zweite Steuerleitung UST2 mit der Steuerschaltung 8 elektrisch verbunden.

Die Steuerschaltung 8 weist eine Verknüpfungseinheit 9, einen  
225 Mikrocontroller 10, eine Versorgungsspannungsüberwachung 11 und ein Zeitverzögerungsglied 12 auf. Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 weist zwei Eingänge auf, einen ersten Eingang UE, der mit dem ersten Eingang 1 der Schaltungsanordnung elektrisch verbunden ist, und einen zweiten Eingang UA,  
230 der mit dem Ausgang 3 der Schaltungsanordnung elektrisch verbunden ist.

Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 weist weiter zwei Ausgänge auf. Einer dieser Ausgänge  $U_E$ , <sub>Reset</sub> ist mit der Verknüpfungseinheit 9 elektrisch verbunden und der zweite  $U_A$ , <sub>Signal</sub> ist mit Zeitverzögerungsglied 12 elektrisch verbunden.  
235 Der Mikrocontroller 10 weist zumindest einen Ausgang ENA auf, der mit der Verknüpfungseinheit 9 verbunden ist. Die Verknüpfungseinheit 9 ist weiter mit der Steuerleitung UST1 der Steuerschaltung 8 verbunden. Das Zeitverzögerungsglied 12 ist mit der zweiten Steuerleitung UST2 der Steuerschaltung 8 verbunden.

Solange kein Fehlerfall vorliegt und der erste Schalter S1  
245 eingeschaltet ist, fällt über den Verbraucher 5 eine Spannung  $U_A$  ab, die in etwa der Eingangsspannung  $U_E$  entspricht.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, anhand dessen die zum Betrieb des Verbrauchers 5 erforderlichen Verfahrensschritte  
250 näher erläutert werden.

Der Beginn des Ablaufs ist mit "Start" gekennzeichnet. Hier wird zunächst abgefragt, ob der erste Schalter S1 eingeschaltet ist (Schritt 101). Anhand dieser Unterscheidung können  
255 zwei mögliche Fehlerfälle, nämlich der Masseverlust bei eingeschaltetem Verbraucher 5 und der Masseverlust der Schal-

tungsanordnung bei ausgeschaltetem Verbraucher 5 unterscheiden werden.

- 260 Im ersten Fall bei eingeschaltetem ersten Schalter S1 wird im Schritt 102 überprüft, ob vom Mikroprozessor 10 ein Ausschaltsignal vorliegt. In diesem Fall wäre das Einschaltsignal ENA vom Zustand "0" auf den Zustand "1" gesetzt worden und in Folge dessen wird dann der erste Schalter S1 ausgeschaltet (ENA="1" entspricht hier einem Low-Pegel). Falls es die Sicherheitsanforderungen an den Verbraucher 5 erforderlich machen, wird nach einer vorgegebenen Zeitdauer  $\Delta t$ , während der die in der Induktivität L gespeicherte Energie über den Freilaufkreis FLK abgebaut wird, auch der zweite Schalter S2 ausgeschaltet. Somit wäre auch im Falle des dann ausgeschalten Verbrauchers 5 ein versehentliches Einschalten des Verbrauchers 5 bei einer Unterbrechung der Verbindungsleitung zwischen dem negativen Anschluss - des Akkumulators 6 und dem Eingang 2 ausgeschlossen (Schritt 104'). Nach Schritt 104' wird zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt.
- 275

Die vorgegebene Zeitdauer  $\Delta t$  wird hier so gewählt, dass nach Ablauf dieser Zeitdauer  $\Delta t$  die Induktivität L weitestgehend entladen ist.

- 280 Die Zeitdauer  $\Delta t$  kann im folgenden Bereich gewählt werden:

$$5 \tau \leq \Delta t \leq 10 \tau \text{ mit } \tau = L/R.$$

- 285 Wird die Zeitdauer  $\Delta t$  zu groß gewählt, so wäre in einem Fehlerfall bereits während dieser Zeitdauer ein Wiedereinschalten möglich. Die Zeitdauer  $\Delta t$  muss von daher so dimensioniert werden, wie für den Energieabbau im Verbraucher 5 nötig.

- 290 Liegt in Schritt 102 weiterhin ein Einschaltsignal ENA des Mikrocontrollers 10 vor, so wird zum Schritt 103 verzweigt und dort eine Überprüfung der Ausgangsspannung  $U_A$  vorgenom-

men. Im normalen Betriebsfall entspricht die Ausgangsspannung  
295  $U_A$  in etwa der Eingangsspannung  $U_E$ .

Bei ausgeschaltetem ersten Schalter S1 und/ oder im Falle ei-  
nes Masseverlusts, d. h. hier einer Leitungsunterbrechung  
300 zwischen dem negativen Akkumulator 6 und dem zweiten Eingang  
2, entspricht die Ausgangsspannung  $U_A$  in etwa der Durchlass-  
spannung der Freilaufdiode  $D_F$ . Diese Durchlassspannung ist  
vom Typ der Freilaufdiode  $D_F$  abhängig und beträgt im hier be-  
schriebenen Ausführungsbeispiel in etwa - 0,7 Volt. Abhängig  
305 von dieser Durchlassspannung der Diode D wird ein Spannungs-  
schwellwert  $U_{A, MIN}$  definiert, unterhalb dessen ein Strom im  
Freilaufkreis FLK fließt.

Liegt die Ausgangsspannung  $U_A$  oberhalb dieses vorbestimmten  
Schwellwertes  $U_{A, MIN}$  so kann ein Fehlerfall ausgeschlossen  
310 werden und es wird zum Ende des Ablaufsdiagramms verzweigt.

Liegt die Ausgangsspannung  $U_A$  jedoch unterhalb des vorbe-  
stimmten Schwellwerts  $U_{A, MIN}$ , so ist bei eingeschaltetem ers-  
ten Schalter S1 von einer "abgetrennten" Masseverbindung der  
315 Schaltungsanordnung auszugehen und es wird nach Schritt 104  
verzweigt. Dort wird zunächst der erste Schalter S1 geöffnet,  
dann nach der vorbestimmten Zeitdauer  $\Delta t$ , die wie bereits  
beschrieben von der Entladezeit  $t_{entlade}$  der Induktivität L ab-  
hängt, der zweite Schalter S2 geöffnet und somit ein Strom-  
fluss vom Akkumulator 6 über den Eingang 1, den Ersatzwider-  
stand 7, den zweiten Schalter S2, die Diode D und den  
Verbraucher 5 unterbrochen. Nach dem Ausschalten des zweiten  
Schalters S2 ist somit ein unbeabsichtigtes Einschalten des  
325 Verbrauchers 5 ausgeschlossen und es wird zum Ende des Ab-  
laufdiagramms verzweigt.

Alternativ kann hier zusätzlich ein Fehlerflag gesetzt wer-  
den, über das die Unterbrechung der Masseleitung an ein Steu-  
ergerät gemeldet wird.

Ist im Schritt 101 der erste Schalter S1 nicht eingeschaltet, so wird nach Schritt 202 verzweigt, in dem überprüft wird ob der zweite Schalter S2 geschlossen ist. Ist der Schalter S2 geschlossen, so wird in Schritt 203 wieder geprüft, ob die Ausgangsspannung  $U_A$  unterhalb des vorbestimmten Schwellwerts  $U_{A, MIN}$  liegt. Ist dies der Fall, so wird nach Schritt 204 verzweigt und der Schalter S2 geöffnet und im Anschluss daran zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Ist dies nicht der Fall oder ist die Ausgangsspannung  $U_A$  gleich Null, so wird direkt zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Alternativ kann der zweite Schalter S2 auch erst nach der vorbestimmten Zeitdauer  $\Delta t$  geöffnet werden.

Ist der Schalter S2 im Schritt 202 geöffnet ( $S2=0$ ), so wird nach Schritt 203' verzweigt, wo auf ein Wiedereinschaltsignal des Mikrocontrollers 10 gewartet wird. Diese Wiedereinschalt signal kann beispielsweise ein Zustandswechsel des Einschalt signal ENA vom Zustand 0 in den Zustand 1 sein. Auf diese Weise wird verhindert, dass nach einem Masseverlust der Verbraucher unbeabsichtigt wieder eingeschaltet wird.

Das Durchführen des hier beschriebenen Verfahrens kann beispielsweise in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Verbrauchers 5 oder des Mikrocontrollers 10 oder auch durch ein externes Steuersignal gestartet werden.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Zeitverzögerungsglieds 12 und der Verknüpfungseinheit 9.

Wird der Schalter S1 eingeschaltet, so liegt am Verbraucher 5 eine Spannung  $U_A$  an, die in etwa der Eingangsspannung  $U_E$  entspricht. Das Zeitverzögerungsglied 12 weist einen vom Schaltelement S1 unabhängigen Stromversorgungseingang 1' auf, der zur Spannungsversorgung der Schaltungsanordnung dient. Zwischen dem Ausgang 3 und diesem Eingang 1' ist eine Reihenschaltung aus einem ersten Widerstand R1, einer in Sperrrichtung geschalteten Diode D1, einem zweiten Widerstand R2 und

370 einem dritten Widerstand R3 angeordnet. Der Schalter S2 ist hier als n-Kanal-MOSFET ausgeführt, wobei sein Drainanschluss mit dem zweiten Eingang 2 und sein Sourceanschluss über die in Flussrichtung geschaltete Freilaufdiode D<sub>F</sub> mit dem Ausgang 3 verbunden ist. Der Gateanschluss ist mit dem Mittelabgriff einer Serienschaltung, bestehend aus einem vierten Widerstand R4 und einem ersten Kondensator C1, verbunden, wobei der 375 zweite Anschluss des vierten Widerstands R4 mit dem Mittelabgriff zwischen dem zweiten Widerstand R2 und dem dritten Widerstand R3 verbunden ist. Der zweite Anschluss des Kondensators C1 ist mit dem Sourceanschluss des Schalters S2 verbunden.

380 Ebenfalls mit dem Gateanschluss des Schalters S2 ist der Mittelabgriff zwischen einer zweiten Diode D2 und einem fünften Widerstand R5 verbunden, wobei die zweite Diode D2 parallel zum vierten Widerstand R4 mit ihrer Durchflussrichtung in 385 Richtung des Gateanschlusses des Schalters S2 und der fünfte Widerstand R5 parallel zum ersten Kondensator C1 angeordnet ist.

390 Parallel zum zweiten Widerstand R2 ist die Basis-Emitter-Strecke eines Transistors T1 angeordnet. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Transistor T1 um einen pnp-Transistor. Der Basisanschluss des Transistors T1 ist mit dem Abgriff zwischen dem zweitem Widerstand R2 und der Diode D1 verbunden. Der Emitteranschluss ist mit dem Abgriff zwischen zweitem und dritten Widerstand R2 und R3 verbunden. Der Kollektoranschluss des Transistors T1 ist mit dem Ausgang 3 abgewandtem Anschluss der Freilaufdiode D<sub>F</sub> verbunden.

400 Bei eingeschaltetem Schalter S1 sperrt der Transistor T1 und der Kondensator C1 wird über den dritten Widerstand R3 und die zweite Diode D2 auf die am Eingang 1' anliegende Versorgungsspannung VCC aufgeladen. Infolge dessen wird der Schalter S2 eingeschaltet und damit der Freilaufkreis FLK akti-

405 viert. Die Schaltungsanordnung wird so dimensioniert, dass der Schalter S2 eingeschaltet ist, bevor in der Induktivität L des Verbrauchers 5 eine größere Energiemenge gespeichert wurde.

410 Wird nun der Schalter S1 ausgeschaltet, so fließt aufgrund der in der Induktivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie ein Strom durch den aus Schalter S2 und Freilaufdiode D<sub>F</sub> gebildeten Freilaufkreis FLK. Über dem Verbraucher 5 fällt nun eine Ausgangsspannung U<sub>A</sub> von ca. 0,7 Volt ab. Dies entspricht der Durchlassspannung der Freilaufdiode D<sub>F</sub>. Aufgrund dieser Spannung wird der Transistor T1 eingeschaltet und der Kondensator C1 entlädt sich über den Widerstand R4. Ist der Kondensator C1 entladen, so wird der Transistor T2 abgeschaltet. Die Zeitspanne Δt zwischen dem Abschalten des Schalters 420 S1 und dem Abschalten des Schalters S2 wird so gewählt, dass zum Abschaltzeitpunkt des Schalters S2 die in der Induktivität L gespeicherte Energie weitestgehend abgebaut ist.

425 Bei geöffnetem Schalter S1 und geöffnetem Schalter S2 wird nun die Verbindung zwischen dem negativen Pol - des Akkumulators und dem zweiten Eingang 2 unterbrochen, so kann kein Strom über den Freilaufkreis FLK zum Verbraucher 5 fließen.

430 Die Verknüpfungseinheit 9 ist für die folgenden Eingangsgrößen ausgelegt: ein Einschaltsignal des Mikrocontrollers 10 (ENA = 0) entspricht einem Low-Pegel am Eingang ENA; ein Ausschaltsignal (ENA = 1) entspricht einem High-Pegel am Eingang ENA. Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 liefert am Eingang U<sub>E, Reset</sub> ein Signal mit einem High-Pegel, solange die 435 Versorgungsspannung VCC in ausreichender Höhe vorhanden ist. Ein Low-Pegel am Eingang U<sub>E, Reset</sub> steht für eine Versorgungsspannung VCC, die unterhalb einem vorgegebenen Spannungsschwellwert liegt.

440 Das vom Mikrocontroller 10 kommende Signal ENA wird in einem ersten Invertierer 13 invertiert und einem UND-Gatter 14 zu-

geführte. Der zweite Eingang des UND-Gatters 14 ist mit dem Ausgang  $U_E$ , Reset der Versorgungsspannungsüberwachung 11 verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters 14 weist solange einen High-Level auf, solange beide Eingangssignale, d.h. das invertierte Eingangssignal ENA und das Signal der Versorgungsspannungsüberwachung  $U_E$ , Reset, einen High-Pegel aufweisen.

Die Spannungspiegel an den Ausgängen sind wie folgt den Pegeln "Low" und "High" zugeordnet:

Low-Pegel entspricht:  $0 \text{ V} < U < 0,4 \text{ V}$

High-Pegel entspricht:  $3,7 \text{ V} < U < 4,5 \text{ V}$

(HCMOS-Baustein 74HC mit einer Versorgungsspannung von  $VCC=4,5 \text{ V}$ )

Das Ausgangssignal des UND-Gatters 14 wird dem Set-Eingang S eines D-Flip-Flops 15 zugeführt. Das Ausgangssignal des ersten Inverters 13 wird über einen Tiefpass, bestehend aus einem Widerstand R6 und einem Kondensator C2 und zwei weiteren Invertern 16 und 17 dem Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15 zugeführt. Der invertierte Ausgang  $\bar{Q}$  ist auf den D-Eingang D des D-Flip-Flops 15 rückgekoppelt. Der Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 ist hier mit der Steuerleitung  $U_{ST1}$  verbunden. Liegt nun aufgrund einer Unterspannung ein Low-Pegel am Eingang  $U_E$ , Reset an und ist gleichzeitig eine Einschaltanforderung des Mikrocontrollers 10 gesetzt (Low-Pegel am Eingang ENA) so liegt am Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 ein Low-Pegel an. Dies hat zur Folge, dass am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 ein High-Pegel anliegt und der erste Schalter S1 somit ausgeschaltet wird.

In dem Fall, dass der Mikrocontroller 10 einen Abschaltbefehl gibt (High-Pegel am Eingang ENA), so wird der Schalter S1 ebenfalls über dem Set-Eingang S ausgeschaltet. Ein High-Pegel am Eingang ENA hat einen Low-Pegel am Eingang des AND-Gatters 14 zur Folge. D.h. es liegt am Ausgang des AND-gatters unabhängig vom Signal  $U_E$ , Reset ein Low-Pegel an. Dies

480 hat einen High-Pegel am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 zur Folge, wodurch der Schalter S1 ausgeschaltet bleibt.  
Das Einschalten des ersten Schalters S1 erfolgt bei einer negativen Flanke am Eingang ENA, d. h. bei einem Wechsel von einem High- zu einem Low-Pegel oder bei einer positiven Flanke am Clock-Eingang Clk des D-Flip-Flops. Durch das Tiefpassfilter R6, C2 wird eine Zeitverzögerung des Signals erreicht, die durch geeignete Wahl des sechsten Widerstands R6 und des Kondensators C2 so eingestellt ist, dass der High-Pegel am Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 auf jeden Fall anliegt, bevor die positive Flanke des Signals am Clock-Eingang CLK des  
485 D-Flip-Flops 15 eintrifft.  
490

Zwischen dem Widerstand R6 und dem Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15 sind zwei Inverter 16, 17 als Schmitttrigger-Inverter geschaltet, durch den die Flankensteilheit am Clock-  
495 Eingang CLK verbessert wird. Alternativ kann anstelle der beiden Inverter auch ein nichtinvertierender Schmitt-Trigger-Gatter angeordnet sein.

500 Im Fehlerfall, wenn der Masseanschluss am Steuergerät unterbrochen ist und währenddessen am Ausgang des Mikrocontrollers 10 ein Einschaltsignal ENA (Low-Pegel) anliegt, so wird über den Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 der erste Schalter S1 wie bereits beschrieben abgeschaltet. Nach dem Abschalten des Verbrauchers 5 steigt jedoch - wie ebenfalls bereits be-  
505 schrieben - die Versorgungsspannung VCC wieder an. Um nun zu verhindern, dass - nachdem die Versorgungsspannungsüberwa-  
chung 11 wieder durch einen High-Pegel anzeigt, dass eine ausreichende Versorgungsspannung VCC vorhanden ist und somit der Verbraucher 5 wieder eingeschaltet würde - ein Wiederein-  
510 schalten durch den Mikrocontroller erst möglich ist, wenn der Mikrocontroller 10 am Ausgang ENA ein Abschaltsignal (High-Pegel) und Anschluss daran ein Einschaltsignal (Low-Pegel) bereitstellt.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere Schutzschaltung zum sicheren Betrieb eines induktiven Verbrauchers, die aufweist:

- einen ersten und einen zweiten Eingang (1, 2), wobei der erste Eingang (1) mit einem ersten Potenzial (+) einer Versorgungsspannungsquelle (6) und der zweite Eingang (2) mit einem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,
  - einen Ausgang (3), an den der Verbraucher (5) angeschlossen ist, wobei der Verbraucher (5) einerseits mit dem Ausgang (3) und andererseits mit dem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,
  - einen ersten durch ein erstes Steuersignal (UST1) steuerbaren Schalter (S1) zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers (5), der einerseits mit dem ersten Eingang (1) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist,
  - einen Freilaufkreis (FLK), der einerseits mit dem zweiten Eingang (2) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist und einen zweiten Schalter (S2) aufweist, und
  - eine Überwachungseinheit (8, 11), die ein Potenzial (UA) im Freilaufkreis (FLK) überwacht und den zweiten Schalter (S2) in Abhängigkeit von diesem Potenzial (UA) über ein zweites Steuersignal (UST2) ein- und/ oder ausschaltet.
2. Schaltungsanordnung nach 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8, 11) den zweiten Schalter (S2) beim Unter- oder Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts ( $U_{A, \text{Min}}$ ) ein- und/ oder ausschaltet.

- 555        3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8) ein Zeitverzögerungsglied (12) aufweist, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts ( $U_A, \text{Min}$ ) den zweiten Schalter (S2) nach einer vorbestimmten Zeitdauer ( $\Delta t$ ) ein- und/ oder ausschaltet.
- 560        4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8) eine Verknüpfungseinheit (9) mit zwei Eingängen (ENA; UE, Reset) und einem Ausgang (UST1) aufweist, wobei das erste Steuersignal (UST1) vom Pegel und dem zeitlichen Verlauf der Signale an den Eingängen (ENA; UE, Reset) abhängig ist.
- 65        5. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Verbrauchers, dass die folgenden Schritte aufweist:
- 570        - Überprüfen eines Schaltzustands eines ersten Schalters (S1),  
- Vergleichen einer ersten Spannung ( $U_A$ ) mit einem ersten Schwellwert ( $U_A, \text{Min}$ ), wobei abhängig von diesem Vergleich und dem Schaltzustand des ersten Schalters (S1) ein Fehlerfall festgestellt wird und  
- Schalten eines zweiten Schalters (S2) in Abhängigkeit von diesem Vergleich und/ oder dem Schaltzustand des ersten Schalters (S1).
- 580        6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Schalten des zweiten Schalters (S2) um eine vorbestimmte Zeitdauer ( $\Delta t$ ) verzögert wird.
- 585        7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Schalters (S1) einem Fehlerfall durch ein Wiedereinschaltsignal eingeschaltet wird.

## Zusammenfassung

590 Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere zum Schutz des Verbrauchers

595 vor unbeabsichtigtem Einschalten. Die Schaltungsanordnung weist einen Freilaufkreis (FLK) auf, um im Verbraucher (5) gespeicherte Energie abzubauen. Um bei Unterbrechung der Mas-  
seleitung zwischen einem Energiespeicher (6) und der Schal-  
tungsanordnung ein versehentliches Einschalten des Verbrau-  
chers (5) zu verhindern, wird dieser Freilaufkreis (FLK) nach  
100 dem Ausschalten des Verbrauchers (5) nach einer vorgegebenen  
Zeit ( $\Delta t$ ) unterbrochen. Somit wird ein Aufladen des Verbrau-  
chers (5) durch einen Stromfluss vom positiven Pol (+) des  
Energiespeichers (6) über die Elektronik (7) der Schaltungs-  
605 anordnung und den Freilaufkreis (FLK) verhindert.

Figur 1

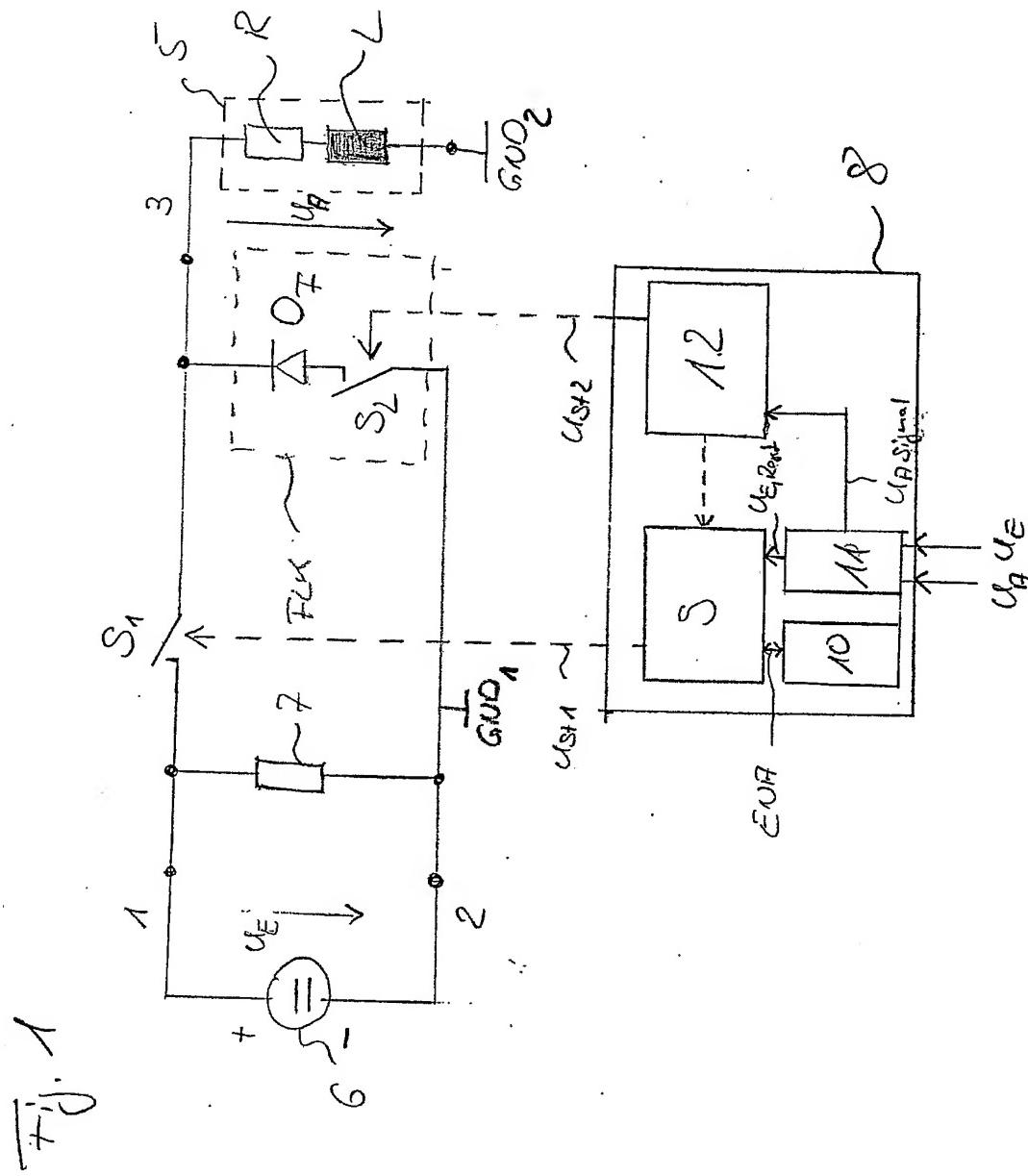
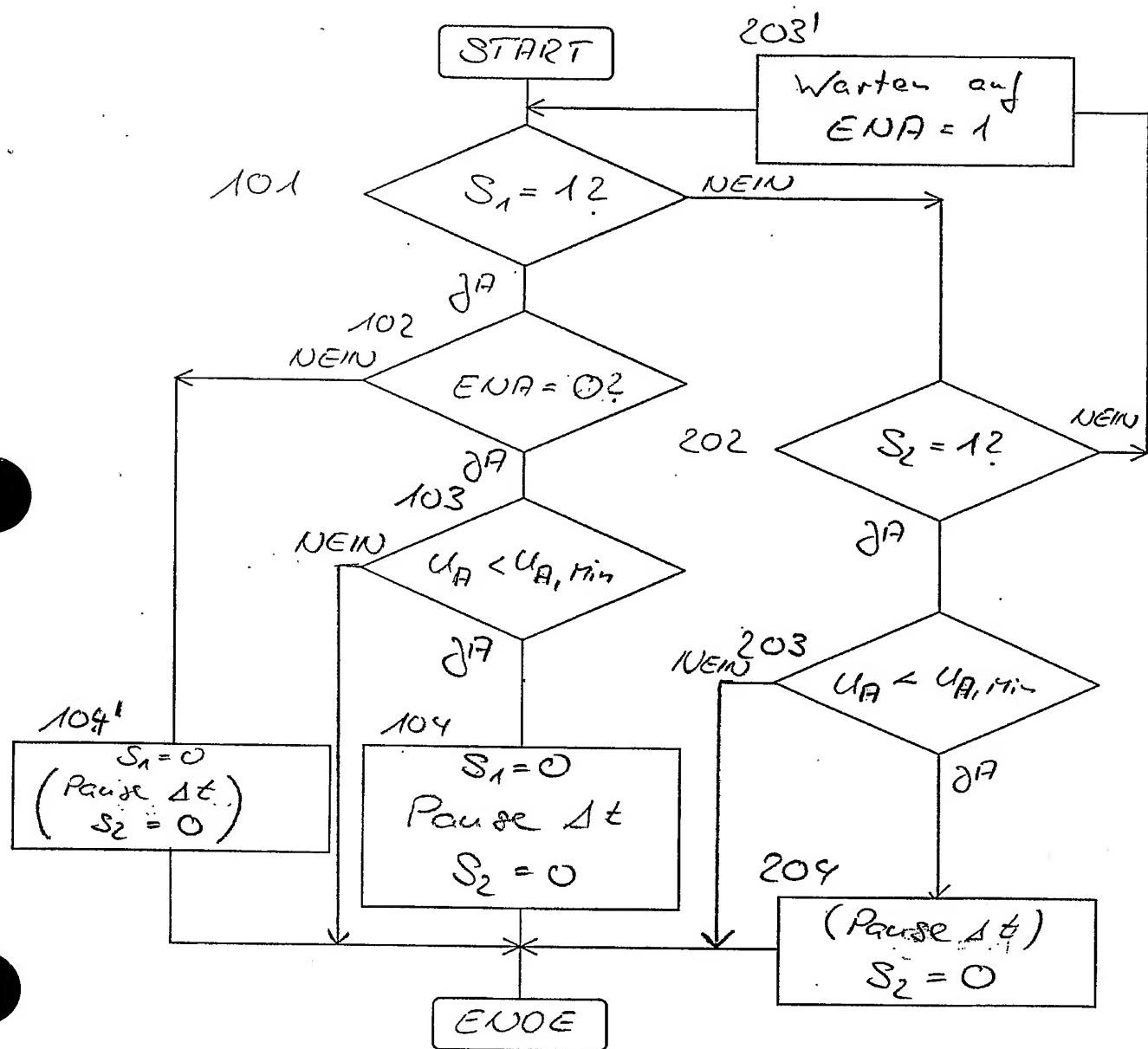


Fig. 2

2/3



3/13

Fig. 3

